



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑳ Aktenzeichen: P 36.35 819.3
㉑ Anmeldetag: 22.10.86
㉒ Offenlegungstag: 5. 5. 88

Behördeneigentum

DE 3635819 A1

㉓ Anmelder:
Schott Glaswerke, 6500 Mainz, DE
㉔ Vertreter:
Schmitz, W., Dipl.-Phys., Pat.-Anw., 6200 Wiesbaden

㉕ Erfinder:
Siefert, Wolfgang, Dr.; Paquet, Volker, Dipl.-Phys.;
Krause, Dieter, Prof. Dr., 6500 Mainz, DE; Bauch,
Hartmut, Dipl.-Ing., 6237 Liederbach, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

㉖ Verfahren zur Herstellung eines verlustarmen Lichtwellenleiters

Lichtwellenleiter werden durch Kollabieren innenbeschichteter Glasrohre zu einer massiven Vorform und Ausziehen hergestellt. Dem Kern kann entweder zur Brechzahl-erhöhung ein Dotierungsstoff zugesetzt werden, meist Germaniumdioxid, oder der Kern kann aus reinem SiO_2 bestehen, wobei die kernferneren Bereiche zur Brechzahlmiedrigung beispielsweise Fluor enthalten. Durch Ausdampfen von Germaniumdioxid beim Kollabieren werden jedoch die Übertragungseigenschaften des fertigen Lichtwellenleiters beeinträchtigt, und bisher hergestellte Lichtwellenleiter mit Kern aus reinem SiO_2 zeigen höhere Verluste als theoretisch erwartet. Das neue Verfahren soll Lichtwellenleiter besserer Qualität mit reinem SiO_2 -Kern liefern.

Ein verlustarmer Lichtwellenleiter mit erhöhter Übertragungsbandbreite und geringen Biegeverlusten mit reinem SiO_2 -Kern kann einfach hergestellt werden, indem während des Kollabier- oder Glasrohrausziehvorganges im Glasrohrinnenraum ein Sauerstoffdruck von $p < 10$ mbar eingestellt wird.

Herstellung eines Lichtwellenleiters.

DE 3635819 A1

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Lichtwellenleiters — der zumindest in seinem inneren Kernbereich aus reinem SiO_2 besteht — aus einem Glasrohr mit einer geeigneten Brechzahlverteilung über die Wanddicke, durch Kollabieren dieses Glasrohres zu einer massiven Vorform und Ausziehen zu einer Faser oder durch direktes Ausziehen des Glasrohres zu einem Lichtwellenleiter, dadurch gekennzeichnet, daß während des Kollabier- oder Glasrohrausziehvorganges im Glasrohrinnenraum ein Sauerstoffdruck von $p < 10$ mbar eingestellt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der erwünschte Sauerstoffdruck durch eine Mischung von Sauerstoff mit mindestens einem anderen Gas eingestellt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß dem Sauerstoff ein Edelgas beige-mischt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß dem Sauerstoff Stickstoff beige-mischt wird.

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Herstellung eines Lichtwellenleiters — der zumindest in seinem inneren Kernbereich aus reinem SiO_2 besteht — aus einem Glasrohr mit einer geeigneten Brechzahlverteilung über die Wanddicke, durch Kollabieren dieses Glasrohres zu einer massiven Vorform und Ausziehen zu einem Lichtwellenleiter oder durch indirektes Ausziehen des Glasrohres zu einem Lichtwellenleiter.

Wichtige Prozesse für die Herstellung von Lichtwellenleitern sind die Verfahren zur Rohrrinnenbeschichtung (MCVD-, PCVD-, PICVD-Verfahren). Dabei werden auf die Innenseite eines Quarzrohres dünne Schichten aus dotiertem Quarzglas abgeschieden. Durch die Wahl und die Konzentration des Dotierungsmittels der einzelnen Schichten wird der gewünschte radiale Brechzahlverlauf eingestellt, wobei der Kern eine höhere Brechzahl aufweist als der Mantel.

Nach der Beschichtung wird das Rohr in mehreren Schritten bei erhöhter Temperatur zu einem Stab kollabiert, der zu einer Lichtleitfaser ausgezogen werden kann. Es ist aber auch möglich, direkt aus dem beschichteten Rohr eine Lichtleitfaser zu ziehen, ohne zuvor das Rohr zu einem Stab zu kollabieren.

Das am häufigsten eingesetzte Kerndotierungsmittel ist Germanium. Ein Nachteil dieses Dotierstoffes ist die Brechzahlensenke (Dip) in der Kernmitte, die durch Ausdampfen des Dotierstoffes beim Kollabieren entsteht. Dadurch wird bei Gradientenindexfasern die Übertragungsbandbreite reduziert.

Insbesondere bei Monomode-Fasern werden durch den Dip die Biegeverluste erhöht.

Darüber hinaus werden theoretisch die Übertragungsverluste durch eine Dotierung gegenüber einem reinen SiO_2 -Kern erhöht.

Ein Lichtwellenleiter mit reinem SiO_2 -Kern weist keinen Dip auf und sollte theoretisch die geringsten Verluste aufweisen. Allerdings zeigen zumindest die bisher hergestellten Lichtleitfasern mit reinem SiO_2 -Kern deutlich höhere Verluste als theoretisch erwartet.

Zur Reduzierung der Übertragungsverluste schlagen Bachmann et al (Procee. IOOC/ECOC '85, Venedig,

S. 81—85) vor, dem Kern geringe Mengen Germanium zuzusetzen. Die erforderliche Brechzahlabsenkung des Mantels erfolgte dabei durch Fluordotierung.

Dieser Stand der Technik weist wegen der Germaniumdotierung verschiedene Nachteile auf:

- I. es ergibt sich wiederum eine Brechzahlprofilstörung im Kernbereich, welche die Biegeempfindlichkeit der Lichtleitfaser;
- II. die Empfindlichkeit gegenüber die Übertragungsverluste erhöhenden Umwelteinflüssen wie der Einwirkung von Wasserstoff, beispielsweise bei Verwendung der Lichtleitfasern in Unterseekabeln, oder Bestrahlung wird gesteigert;
- III. hohe Herstellungskosten wegen des teuren Germaniums und der Notwendigkeit eines aufwendigen Gaserzeugers.

Ziel der Erfindung ist daher, auf einfache Weise einen verlustarmen Lichtwellenleiter mit reinem SiO_2 -Kern herzustellen, um die oben genannten Nachteile der dotierten Lichtwellenleiter zu vermeiden.

Diese Aufgabe wird durch die im kennzeichnenden Teil des Patentanspruchs 1 angegebenen Merkmale gelöst.

Es überraschte, bei so geringem O_2 -Druck eine Reduzierung der Verluste zu erreichen, da der Fachmann bei einem derartig geringen Sauerstoff-Angebot eher eine Reduktion von SiO_2 zu SiO und damit eine Verlusterhöhung erwartet hätte.

Dabei kann so verfahren werden, daß Sauerstoff mit einem entsprechenden Druck als einziges Gas im Glasrohrinnenraum zugegen ist oder daß dem Sauerstoff noch mindestens ein anderes Gas beige-mischt wird, um den erwünschten Sauerstoffdruck einzustellen.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird nachfolgend erläutert:

Ein Quarzglasrohr wird nach dem PICVD-Verfahren, wie es in der DE-PS 30 10 314 beschrieben ist, auf der Innenseite beschichtet. Zunächst wird eine Beschichtung mit den Massenflüssen der Gaskomponenten O_2 , SiCl_4 , CCl_2F_2 von 200, 50, 1,5 ml/min als Lichtwellenleitermantel aufgebracht. Danach wird mit den Massenflüssen 200 ml/min O_2 und 50 ml/min SiCl_4 eine Kernschicht aus reinem SiO_2 niedergeschlagen. Anschließend wird das beschichtete Rohr mit einem Brenner auf Temperaturen zwischen 2000°C und 2400°C erhitzt, wodurch es in mehreren Schritten zu einem Stab kollabiert.

Während des Kollabierens wird durch das Rohr ein Sauerstoff/Argon-Gemisch ungefähr bei Normaldruck geleitet, wobei der Sauerstoffpartialdruck vor Eintritt des Gasgemisches in das Rohr 1 mbar beträgt.

Die so gestellte Vorform wird anschließend zu einer Lichtleitfaser ausgezogen, welche die oben beschriebenen vorteilhaften Eigenschaften besitzt.